FFESSM
COMITÉ INTER RÉGIONAL
Ile-de-France/Picardie

Fédération Française d'Études et de Sports Sous-Marins
Fondée en 1948, membre fondateur de la Confédération mondiale des activités subaquatiques
French Underwater Federation

COMMISSION TECHNIQUE REGIONALE

Enseignement des outils de décompression à tous les niveaux du cursus fédéral

Mémoire présenté dans le cadre du stage d'instructeur régional

Mai 2012

Jean-François KERVINIO

Remerciements

Je souhaite remercier pour l'aide apportée lors de la rédaction de ce mémoire :

Richard POTHIER pour sa confiance qui me touche encore aujourd'hui et sa proposition de sujet de mémoire que j'ai particulièrement apprécié.

Mes 2 parrains, **Michel ABELLO** et **Jérôme HLADKY**, pour leurs encouragements et leur soutien.

Maxime MOUTREUIL pour ses relectures très vigilantes, ses interrogations pertinentes et ses conseils avisés.

Véronique RICHET pour son appui au quotidien et le partage d'idées.

Annie RENAULT pour sa relecture attentive.

Et tous ceux qui, de près ou de loin, se sont intéressés à mon travail : Carole, Virginie, Xavier, Kiki, Marc, Eric, Thierry, Jacques, Michel…

J'ai également une pensée pour tous les élèves à qui j'ai eu le plaisir de transmettre mes connaissances. Sans eux, je n'aurai pas pu mettre au point la méthode présentée dans ce mémoire. J'espère juste qu'ils n'ont pas eu le sentiment d'être des cobayes…

SOMMAIRE

INTRODUCTION 5

1ERE PARTIE : ETUDE 7

A. Les cursus actuels 7

A.1. La FFESSM 7
A.2. La FSGT 8
A.3. L'ANMP 8
A.4. Le SNMP 8
A.5. Et dans les autres structures de plongée ? 9
A.6. En résumé 9

B. Une proposition de formation 10

B.1. Axe directeur : Penser « outil de décompression » 10
B.2. Ce qu'il ne faut pas (ou plus) faire 11
B.2.1. La comparaison des tables et des ordinateurs 11
B.2.2. Etre trop complexe 11
B.2.3. Ne pas remettre en cause son enseignement 12
B.2.4. Dépendre de l'enseignement des tables 12
B.2.5. Ne pas intégrer l'ordinateur à la pratique 13
B.3. La formation proposée 14
B.3.1. L'approche « classique » 14
B.3.2. L'approche « inverse » 14
B.3.3. Une formation en 3 étapes 15
B.4. En résumé 15

2EME PARTIE : DETAILS DE LA FORMATION 16

A. La décompression 16

B. La formation aux outils de décompression 18

B.1. Le plongeur doit être actif 18
B.2. Le fonctionnement général et les limites d'utilisation 18
B.3. La panne du moyen de décompression 20
B.4. Un outil de décompression est personnel 21
B.5. Les palanquées « multi-outils » 21
B.6. Gérer la plongée 22
B.6.1. Utiliser le mode « planification » 22
B.6.2. Savoir ce que peut dire son ordinateur 22
B.6.3. Les paliers facultatifs 23
B.7. La communication 23
B.8. Savoir apprendre 24
B.9. Le choix 24
B.9.1. Les outils de décompression 24
B.9.2. Les tables 25
B.9.3. Les ordinateurs 25
B.10. Autres points de la formation 26
B.11. Récapitulatif par niveaux 26

C. L'utilisation des outils de décompression 28

C.1. Les différents types de séances 28
C.2. Les tables 28
C.3. Les ordinateurs 29
C.3.1. Le principe 29
C.3.2. Les outils pédagogiques disponibles 30
C.3.3. Informations minimum à connaître par l'élève 32
C.3.4. Utilisation du mode « planification » 32

CONCLUSION 33

ANNEXES - LES CURSUS ACTUELS 34

A. La FFESSM 34

B. La FSGT 36

C. L'ANMP 36

D. Le SNMP 37

Le Narval - Boris Beuzelin - 2010

Introduction

Lorsqu'il m'a été proposé de faire mon mémoire sur l'enseignement des ordinateurs de plongée[1], j'ai tout d'abord eu l'idée de compiler ce qui se faisait dans ce domaine et de définir les axes d'un enseignement homogène. Mais, dès le début de ce travail de recensement, j'ai constaté que cette méthode ne donnerait pas satisfaction.

En effet, quand il est fait, l'enseignement des ordinateurs est souvent traité « en parallèle » de celui des tables, dans un cours spécifique (et généralement rapide) pour les niveaux 2 minimum (au mieux). Si cela pouvait sembler normal quand les tables MN90 étaient utilisées par quasiment tous les plongeurs de la FFESSM, ce type d'enseignement est maintenant dépassé face à la multitude (plus de 20) d'ordinateurs disponibles qui sont autant d'outils différents pouvant gérer notre décompression.

Aujourd'hui, les plongeurs dans leur très grande majorité, quel que soit leur niveau de plongée, ont abandonné les tables au profit de ces appareils qui simplifient grandement la gestion des plongées. En effet, si les prix ont longtemps « réservé » les ordinateurs aux plongeurs expérimentés possédant déjà le reste de l'équipement, maintenant, avec des entrées de gamme à moins de 100 €, il n'est pas rare de voir des plongeurs niveau 1 avec peu ou pas de plongées en arborer un au poignet (même s'ils louent le reste de leur équipement)[2].

L'enseignement des ordinateurs répond donc vraiment à un besoin qui n'est pas toujours pris en compte à tous les niveaux de plongeur.

L'observation des palanquées montre qu'après une période plus ou moins longue de familiarisation, les plongeurs se fient à leur ordinateur sans réel esprit critique. Il n'est plus nécessaire de réfléchir à la décompression car ces instruments le font pour nous.

Pratiques, fonctionnant par tous les temps, ne se trompant jamais, collant au mieux à la réalité, les ordinateurs sont une aubaine pour mieux profiter de la plongée. Mais leur côté « boite noire» occulte beaucoup de choses et, en particulier, toute la prévention nécessaire à leur utilisation.

Comme les gilets stabilisateurs l'ont fait il y a 25 ans avec la stabilisation, les ordinateurs ont modifié (quelques fois à notre insu) notre façon d'aborder la décompression du plongeur. L'enseignement aurait donc dû s'en trouver transformé de la même façon.

Il me semble donc indispensable que cet enseignement développe l'esprit critique des plongeurs et leur donne les informations nécessaires pour prendre en compte les outils de décompression du marché dans leur ensemble (critères de choix, repères pour l'utilisation...).

---

[1] *Dans tout ce mémoire, le terme « ordinateur » désigne les ordinateurs de plongée. Si besoin, ce sont les termes « ordinateur PC » ou « PC » qui sont utilisés pour parler des ordinateurs « de bureau ».*

[2] *L'ordinateur est devenu un cadeau très facile à faire à un plongeur par quelqu'un qui ne connaît pas la plongée.*

Ma réflexion sur l'enseignement des ordinateurs m'a donc amené à développer une formation plus « large » sur les outils de décompression.

Dans un premier chapitre, il sera présenté ce qui est demandé à la FFESSM et dans d'autres organismes enseignant la plongée.

Ensuite, une proposition de formation sera exposée en 4 chapitres discutant de ses axes pédagogiques, de son influence sur l'enseignement de la décompression, de l'enseignement des outils de décompression en général et de l'apprentissage de leur emploi.

Les outils de décompression évoluent. Et l'enseignement ?

1ère partie : Etude

A. Les cursus actuels

Ce chapitre présente l'analyse ce qui est actuellement demandé dans les organismes de formations pour l'enseignement des ordinateurs et/ou des tables (le contenu des cursus est fourni en Annexes). Le cursus de la FFESSM est plus particulièrement analysé et sert de base comparative avec les autres.

A.1. La FFESSM

La version de janvier 2011 du MFT[3] a apportée des modifications majeures à la prise en compte des ordinateurs dans l'enseignement.

L'introduction des qualifications PA20, PE40 et PA40 amène un remaniement dans le classement des **compétences**.

Leurs nombres et appellations ne sont pas identiques à celles des niveaux 1, 2 ou 3 et ni même entre elles (5 pour le PA20, 6 pour le PE40 et 5 pour le PA40). Cela empêche la lecture transversale des niveaux mais permet des définitions plus en adéquation avec les exigences des qualifications.

De plus, ces compétences ne correspondent plus à un regroupement de besoins « ponctuels » (Immersion et retour en surface, Maitrise de la ventilation plongée…) mais à des objectifs plus globaux liés à la pratique de la plongée et aux prérogatives du niveau exprimés par des **verbes d'action** (Planifier et organiser la plongée, Evoluer en palanquée guidée, Participer à la sécurité en plongée…). Cela ouvre à un enseignement plus général où le **comportement du plongeur** est au moins aussi important que sa technique.

Pour les niveaux 2 et 3, les ordinateurs apparaissent dans les compétences « Matériel » et « Connaissances théoriques » (pour le niveau 2, la compétence « Immersion et retour en surface » est sollicitée avec le respect de la vitesse de remontée). Cela donne une vision technique de l'outil où son utilisation en plongée est minorée.

Pour ces qualifications, l'enseignement de l'ordinateur se retrouve dans les compétences « Planifier et organiser la plongée » et « Connaissances en appui des compétences » (ex Théorie). Il y a là une volonté d'**appliquer l'enseignement aux besoins du plongeur**.

Avec les qualifications PA20, PE40 et PA40 apparaissent les termes « **outils de décompression** ».

C'est une évolution très importante : **les tables et les ordinateurs** ne sont plus vus comme des « concurrents » que tout oppose mais comme des **outils ayant le même objectif : la gestion de la décompression.**

Cela modifie considérablement la façon d'aborder leur enseignement.

Un **niveau 1** doit avoir vu la lecture d'un ordinateur au même titre que les tables MN90.

[3] *MFT : Manuel du Formateur Technique*

Auparavant, cette lecture n'était préconisée uniquement si le débutant possédait un ordinateur lors de sa formation.

Cela signifie que l'ordinateur est maintenant considéré comme un élément que le plongeur peut acquérir en dehors de sa formation et que **cette formation doit l'avoir préparé à son utilisation**.

Cette nouvelle version du MFT n'a cependant pas comblé le manque de la formation au niveau 2 concernant les palanquées avec plusieurs moyens de décompression. Mais comme ce sujet est maintenant vu avec la Qualification PA20, les moniteurs pourront corriger d'eux-mêmes (voir § B.5).

A.2. La FSGT [4]

Le cursus de la FSGT est assez proche de celui de la FFESSM mais assez pauvre sur les ordinateurs et l'utilisation en plongée des outils de décompression (les tables sont vues en Théorie).

Cependant, comme les limites et conditions de réalisations ne sont pas précisées, il est possible au moniteur d'interpréter « *Connaissance de l'équipement personnel (matériel autonomie)* » comme une capacité d'utilisation de ces équipements.

A.3. L'ANMP [5]

Dans les 8 modules du cursus de l'ANMP (version janvier 2011), les capacités à acquérir sont données en fonction d'objectifs très généraux pour le plongeur.

Les termes « ordinateur » ou « décompression » n'y apparaissent que très rarement (les modules du cursus de Guide de palanquée n'ont pas été regardés).

Ce cursus ne fait pas de distinction entre les séances pratiques ou théoriques et les limites ou conditions de réalisation des capacités ne sont pas données. Le moniteur a donc une très grande latitude pour sa formation.

Les termes utilisés (verbes d'actions) donnent une prédominance à la pratique.

Les tables ne sont jamais citées. Elles ne sont donc pas obligatoires pour cet organisme.

A.4. Le SNMP [6]

Le cursus de formation du SNMP (version 2011) détaille les capacités demandées à chaque niveau pour les outils de décompression :

Ce cursus est également assez proche de celui de la FFESSM et est équilibré entre une vision théorique et pratique des outils de décompression. C'est le seul cursus qui demande à « *Utiliser les tables et les ordinateurs de plongée en situation* ».

[4] *FSGT : Fédération Sportive et Gymnique du Travail*

[5] *ANMP : Association Nationale des Moniteurs de Plongée*

[6] *SNMP : Syndicat National des Moniteurs de Plongée*

A.5. Et dans les autres structures de plongée ?

Plusieurs structures de formation ont déjà revu leur enseignement[7].

PADI :

En 2009, PADI a pensé qu'il était judicieux de proposer le choix entre apprendre à se servir directement de l'ordinateur ou utiliser des tables. L'idée est « *d'informer le plongeur afin qu'il puisse faire un choix conscient et éclairé lorsqu'il investit dans un ordinateur* ».

Il sera intéressant de voir les statistiques qui ressortiront de ce choix.

SSI :

EN 2009, SSI a annoncé sa décision de supprimer les tables de plongée de leurs supports de formation (plongeurs Open Water et Nitrox).

NAUI :

Depuis 2000, NAUI enseigne l'utilisation des ordinateurs dès le premier niveau.

CMAS :

Bob Cole, Directeur Technique de la CMAS, souligne que « *L'enseignement des tables va au delà d'un simple calcul; il comprend la discipline et le comportement du plongeur (avant, pendant et après l'immersion), et la compréhension des liens entre la durée de la plongée, la profondeur et la planification de la plongée. Les tables ont leur place en tant qu'outil de formation; elles représentent une bonne planification et un secours pour le plongeur au cas où son ordinateur tomberait en panne.* »

A.6. En résumé

Ce tour d'horizon des cursus de la FFESSM et d'autres organismes nous donne les caractéristiques de l'enseignement recherché aujourd'hui pour les tables et des ordinateurs.

Cet enseignement doit :

- Etre vu globalement avec la notion d'outils de décompression.
- Etre pratique pour correspondre aux besoins d'utilisation en plongée.
- Mettre en avant le comportement du plongeur dans la gestion de sa décompression et pas seulement le mode d'emploi de l'outil choisi.
- Préparer le plongeur à utiliser des outils non vus lors de son enseignement.

[7] *La plupart des citations des organismes sont tirées d'une table ronde organisée en 2009 par Marès (www.laplongeelessines.be/resources/Download/MaresOrdinateurTables.pdf)*

B. Une proposition de formation

Le chapitre précédent nous a montré qu'il était indispensable de repenser notre formation.

Ce chapitre en présente une en définissant son axe directeur, ce qu'il ne faut pas (ou plus) faire et sa démarche pédagogique. Il se termine sur le plan proposé pour cette formation.

B.1. Axe directeur : Penser « outil de décompression »

En termes de décompression, le plongeur a besoin d'un outil lui permettant de gérer en toute sécurité sa décompression. Peu importe pour lui, à priori, le type de cet outil.

L'époque où (quasiment) tous les plongeurs français utilisaient le même outil de décompression (les tables MN90) est maintenant révolue. L'arrivée des ordinateurs[8] a fait voler en éclats cette belle unité et la grande diversité des modèles du marché rend impossible une simple formation à « l'Ôrdinateur ».

Aborder l'enseignement de ces outils en ne prenant l'exemple que de l'un d'eux semble très restrictif. Surtout si l'outil choisi est très spécifique dans son utilisation comme les tables MN90. Cela risque de donner au plongeur une image restreinte de la gestion de sa décompression qu'il ne pourra pas adapter à un autre outil.

Face au grand nombre d'outils mis à sa disposition pour gérer sa décompression, le plongeur doit pouvoir faire **la distinction entre le mode d'emploi d'un outil et les règles communes à tous ces outils**.

C'est parce que cette distinction n'est pas bien ressentie que des plongeurs imaginent que l'ordinateur ne nécessite pas la même vigilance que les tables.

Prenons l'exemple des voitures : la conduite d'une « 2 chevaux » est différente de celle d'un monospace, d'une sportive 2 places ou d'une voiture grand luxe.

Bien qu'ils permettent tous de se déplacer, ces véhicules ne seront sûrement pas employés de la même façon. Et pourtant, il y a pour tous des règles communes d'utilisation (sécurité, fonctionnement général…) regroupées dans le Code de la Route qui doivent être maitrisées avant de pouvoir passer à la pratique de la conduite.

Sans faire un « Code de la Décompression », le formateur doit définir **les règles générales de gestion de la décompression** du plongeur et s'assurer que ses élèves les assimilent bien avant de se lancer dans l'utilisation d'un outil.

---

[8] *La France est un des rares pays où le mot « computer » (qui vient du latin « computare » signifiant « calculer ») n'est pas utilisé (sûrement pour cause « d'anglicisme caché »).*
Le mot « ordinateur » a été ressorti des archives des linguistes car il désignait au moyen âge les hautes autorités de l'église (évêques) qui donnaient les ordres, répartissaient les travaux…
Ce n'est donc pas la linguistique qui nous permettra de faire comprendre aux plongeurs que l'ordinateur ne doit pas prendre le pas sur leur capacité de décision...

De plus, à la différence des voitures, l'utilisation des outils de décompression n'est pas normalisée. S'ils ont des bases communes, leurs fonctionnements sont souvent sans rapport les uns avec les autres.

Le formateur ne doit donc pas en favoriser un par rapport aux autres (même si ce n'est pas facile à faire dans la mise en pratique). Il doit **donner à ses élèves les moyens d'aborder les outils existants** aujourd'hui et, si possible, ceux qui existeront dans un avenir proche.

B.2. Ce qu'il ne faut pas (ou plus) faire

Ce paragraphe aborde 5 points rencontrés fréquemment lors de l'enseignement actuel des ordinateurs et qui ne devraient plus être.

B.2.1. La comparaison des tables et des ordinateurs

A quoi peut servir aujourd'hui de faire une comparaison entre les tables et les ordinateurs ?

Comme le dit Claude Duboc[9], « *une discussion sur les avantages respectifs de l'utilisation de l'ordinateur de plongée et des tables n'aurait pas la moindre chance d'être perçue par un plongeur débutant* ». Il faut comprendre ici « débutant » comme « celui qui n'a pas d'expérience ». Il en va donc souvent pour les plongeurs préparant le niveau 2 (et quelquefois malheureusement le niveau 3 aussi).

Aujourd'hui, **ce genre de comparatif a plutôt tendance à mettre en opposition les deux types de moyens de décompression**. Et cela a pour conséquence de générer un trouble pour les élèves qui pensent qu'il y a un moyen plus sécuritaire que l'autre (et ce n'est jamais celui qu'ils ont).

Il parait plus important de donner aux élèves **les moyens de comparer les ordinateurs** pour faire un choix (le choix entre tables et ordinateur est rapidement fait car il y a peu de plongeurs pouvant se payer (ou se faire offrir) un ordinateur qui plongent aux tables.

B.2.2. Etre trop complexe

Il y a plusieurs types d'ordinateurs ou de tables donc plusieurs types de modélisation de la décompression. Faut-il pour cela intégrer systématiquement à la formation l'explication de ces modèles ? Il parait évident que non.

Jusqu'au niveau 3, le MFT ne parle que de l'utilisation des ordinateurs. Et pourtant, il est très courant de voir des cours sur les ordinateurs abordant des modèles Haldaniens ou autres alors qu'ils visent la formation des niveaux 2 ou 3. Avec les tables, ces modèles ne sont pas vus avant le niveau 4. Alors, pourquoi le faire avec les ordinateurs ?

Bien sûr, les modèles et certains « détails » de la décompression (micro-bulles…) permettent de comprendre des paramètres des ordinateurs. Mais est-ce vraiment indispensable d'en comprendre la théorie pour les choisir et les utiliser ? Par analogie, est-il besoin de comprendre les lois physiques utilisées par un téléphone portable pour l'utiliser ? Qui sait comment fonctionne les principes de mono, bi ou tri bandes ? Et pourtant, un vendeur est tout à fait à même d'expliquer à un néophyte de la physique

[9] *Dans son livre "Moniteur de Plongée : Enseigner une Passion" (http://duboc.claude.free.fr)*

des ondes radio les avantages apportés par l'une ou l'autre option (et la différence de prix qui en découle…).

Le moniteur doit expliquer les fonctions des ordinateurs sans rentrer dans la complexité des modèles de décompression ou des algorithmes… Exactement comme il fait pour l'enseignement des tables !

Il n'est bien entendu également pas question d'aborder l'aspect électronique de l'ordinateur (sauf pour évoquer la pile et le problème de l'étanchéité).

L'intérieur d'un ordinateur présente peu d'intérêt pour un élève.

B.2.3. Ne pas remettre en cause son enseignement

Pour certains formateurs, les tables seraient plus simples à comprendre et, donc, il faudrait les enseigner en premier.

Ils n'ont pas dû utiliser beaucoup d'ordinateurs car, en effet, en quoi l'utilisation d'un ordinateur est-elle difficile à comprendre ? Pour les plongées successives, les tables sont battues à plates coutures !

Ces formateurs ont peut-être une appréhension produite par l'effet « boite noire » de l'électronique qu'ils ne maitrisent pas et les met mal à l'aise pour leur enseignement. Mais ils se trompent de sujet car il n'est pas nécessaire (ni demandé) d'expliquer le fonctionnement des ordinateurs. Seule leur utilisation est utile.

A vrai dire, ils semblent plutôt se cacher derrière leur habitude à enseigner les tables et ne la remettent pas en cause à l'aune des ordinateurs.

B.2.4. Dépendre de l'enseignement des tables

Lors de la table ronde organisée en 2009 par Marès, Massimo Pieri de la Division de la Recherche de DAN Europe déclare[10] :

> *« L'enseignement des tables et les exercices de planification de plongée sont et resteront importants afin d'apprendre aux plongeurs ce que font exactement les ordinateurs de plongée. La modification effectuée par PADI* [c'est-à-dire la mise en place d'un module de formation à l'utilisation des ordinateurs] *a été de toute façon nécessaire : des plongeurs remontaient avec des 'moutons ou bends' car ils n'avaient pas la moindre idée de ce que leur disait l'ordinateur !*
>
> *L'enseignement de la théorie de la décompression et, dans sa suite logique, les exercices des tables de plongée restent des étapes importantes dans l'Education de la Sécurité en Plongée. »*

Imaginer des plongeurs pratiquant leur sport favori en confiant leur sécurité à des ordinateurs dont ils ne connaissent pas le fonctionnement est particulièrement aberrant. Surtout que ces plongeurs ont dû plancher lors de leur formation pour connaître celui des tables ! Le pas franchi par PADI est donc salutaire.

Ce qui est plus contestable dans les paroles de Massimo Pieri est la « *suite logique* » entre l'enseignement de la décompression et les exercices de tables.

Si la notion d'exercices est importante (ce qui peut se comprendre), pourquoi pas alors imaginer faire des exercices avec les ordinateurs[11] ? Comprendre ce que dit un

[10] *www.laplongeelessines.be/resources/Download/MaresOrdinateurTables.pdf*

ordinateur peut être aussi formateur sur les dangers de la décompression que de faire des calculs de tables.

Et si nous le faisons pas maintenant, comment ferons-nous si, dans 10 ans (ou peut-être moins), il est décidé de ne plus utiliser les tables ?

Mais, pour certains, ne plus faire de « calculs de tables » est peut-être aussi dévalorisant pour l'enseignement que fut l'abandon des règles de calcul à l'époque de l'apparition des calculatrices ?

B.2.5. Ne pas intégrer l'ordinateur à la pratique

Certains moniteurs se demandent encore s'il est possible d'enseigner AVEC un ordinateur et utilisent systématiquement les tables pour les plongées techniques.

Ces moniteurs devraient se demander quand leurs élèves apprendront-ils à utiliser un ordinateur s'ils ne font pas leurs plongées d'enseignement avec (surtout ceux qui en possèdent un) ?

La question de l'enseignement avec un ordinateur (autant pour l'élève que pour le moniteur) se pose pour beaucoup à cause des profils « yoyos » et des vitesses de remontées trop rapides que peuvent générer l'enseignement de l'assistance et du sauvetage.

Avec les tables, peu de gens se posaient la question car le manuel d'utilisation des MN90 propose des procédures en cas de remontées trop rapides ou de yoyos. Aujourd'hui, il n'y a peu (ou pas du tout) d'ordinateurs qui proposent de telles procédures. Peut-on alors les utiliser ?

La vraie question à se poser est plutôt : les yoyos sont-ils un mal nécessaire à l'enseignement de la plongée ?

Sachant que tous les exercices (remontée seule, assistance, sauvetage) reposent sur la capacité du plongeur à s'équilibrer et se positionner dans l'eau, les moniteurs peuvent développer les exercices « horizontaux » ou demandant de faibles variations de profondeurs pour travailler les sensations[12]. Ensuite, une assistance par plongée suffit largement et l'ordinateur ne se trouve pas dans une limite d'utilisation.

Il y a également des avantages à enseigner avec un ordinateur :

- Précision des mesures en particulier pour les vitesses de remontées.
- Les vitesses de remontée des ordinateurs (autour de 10 mètres par minutes) sont plus lentes que celles des tables ce qui facilite le contrôle de l'élève.
- Alertes sonores qui permettent à l'élève de ne pas être en permanence à regarder l'écran.
- Enregistrement des profils qui peuvent être ensuite revus sur un ordinateur (ici, PC ou Mac) pour montrer d'une autre façon à l'élève ses erreurs ou réussites.

Il serait donc très dommage de se priver de tels outils pédagogiques (même si quelques fois l'enregistrement des profils ne montre pas les vitesses trop rapides annoncées par le moniteur…).

---

[11] *Cela nécessite des outils de simulation, point abordé au § C.3.2.*

[12] *Lire à ce sujet l'article de Claude Duboc dans le Subaqua n°216 « En quoi l'enseignement de la technique du plongeur peut-il constituer un paradoxe ? » (disponible sur http://duboc.claude.free.fr)*

B.3. La formation proposée

L'objectif principal de la formation est le suivant :

> Fournir à l'élève les informations nécessaires pour **choisir et utiliser** les outils de décompression qu'il pourra rencontrer et **gérer en toute sécurité** sa décompression aux termes de ses plongées.

Pour l'atteindre, 2 démarches sont possibles : une « classique » et son « inverse ».

B.3.1. L'approche « classique »

Cette approche consiste à suivre la démarche suivante :

Explications des phénomènes physiques
⇨ Leurs méfaits
⇨ Les bonnes pratiques et les outils pour les éviter
⇨ Apprentissage avec un ou plusieurs outils.

Comme les autres cours sur les accidents et leur prévention, cette démarche recherche la compréhension par l'élève des phénomènes physiques pour lui faciliter l'apprentissage des actions à mener pour prévenir l'accident.

En le sensibilisant aux divers dangers de la décompression, le formateur espère également que son élève apportera une plus grande attention à l'utilisation des outils et à leurs limites pour conserver une totale sécurité.

B.3.2. L'approche « inverse »

Avec cette approche, les sujets sont vus dans l'ordre inverse :

Apprentissage d'un ou plusieurs outils pour plonger
⇨ Ces outils permettent d'éviter l'accident de décompression
⇨ L'ADD est dû à un phénomène physique.

Cette approche, rarement utilisée, peut convenir pour la préparation au niveau 1 car la partie « phénomène physique » est très restreinte.

Cependant, il présente 2 inconvénients pédagogiques :

- La sensibilisation de l'élève aux limites des outils sera d'autant plus difficile qu'il ne peut pas les rapprocher à leurs raisons physiques.
- Et si ces limites sont présentées après le phénomène physique (donc, en fin de formation dans ce cas), comment être crédible en expliquant d'abord qu'un outil permet de plonger en sécurité si c'est pour dire ensuite que ce n'est pas toujours le cas ?

Avec les ordinateurs et leur aspect « boite noire » qui semble pouvoir tout gérer, l'aspect « limites d'utilisation » est très important.

Cette approche est donc rejetée au profit de l'approche classique.

B.3.3. Une formation en 3 étapes

Les 3 étapes proposées sont :

1- La décompression (la formation classique pour l'accident de décompression).

Concevoir le phénomène de la dissolution de l'azote dans le corps permet de comprendre facilement les actions à mener pour le prévenir (remontée lente et paliers).

2- Les outils de décompression en général.

Comment les outils de décompression (tables ou ordinateurs) nous aident à gérer notre décompression en déterminant avec précision ces actions (vitesses de la remontée, durées et profondeurs des paliers) que nous devons effectuer.

Plusieurs outils sont disponibles, ils peuvent être très différents mais ils ont des fonctions et des règles d'utilisation communes. Le choix d'utiliser ensuite tel ou tel outil de décompression est du ressort du plongeur.

3- L'apprentissage de plusieurs outils de décompression.

Utilisation des tables (obligatoire à la FFESSM) et celui d'au moins un ordinateur.

Cette structure de formation n'est pas révolutionnaire. Des moniteurs la pratiquent déjà et Henri Le Bris la présente sur son site[13].

Elle permet d'envisager les outils de décompression dans leur ensemble sans en mettre un type plus en avant que l'autre en sortant du schéma « Tables vs Ordinateur ».

B.4. En résumé

La formation proposée veut :

- Privilégier une approche globale des outils de décompression.
- Eviter l'affrontement tables vs ordinateur.
- Permettre aux plongeurs d'aborder effacement les outils de décompression existants ou à venir.
- Etre simple et pratique.

Elle est en 3 parties :

1- Le mécanisme de la décompression.

2- Les outils de décompression en général.

3- L'apprentissage de plusieurs outils de décompression.

[13] *Sur son site : http://hlbmatos.free.fr/*

2ème partie : détails de la formation

A. La décompression

L'objectif de cette partie est :

> Donner les connaissances nécessaires sur la décompression pour en prévenir les conséquences et, en fonction du niveau de plongeur, appliquer la sécurité adaptée.

Le contenu et les limites de ce cours sont décrits dans le MFT pour chacun des niveaux :

N 1 - PE 40	**PA 20 - N 2** **PA 40 - N 3**	**N 4**
Assurer sa sécurité avec un encadrant. Le principe de l'accident de décompression ; symptômes courants et prévention.	*Assurer sa sécurité et celle de plongeurs de niveaux équivalents.* Causes, symptômes, prévention et conduite à tenir pour l'ensemble incidents, accidents et risques pouvant survenir dans le cadre de l'autonomie. Physiologie de base.	*Assurer sa sécurité et celle de plongeurs de niveaux inférieurs.* Dissolution de N2 dans le corps : Loi de Henry. Physiologie de la ventilation et de la circulation, anatomie des appareils ventilatoire et circulatoire (shunts et FOP), échanges alvéolaires et transport des gaz respiratoires par le sang. Accidents de décompression : aigu et chronique, facteurs favorisants, facteurs déclenchant (SP, CO2….), prévention. Connaissance du modèle de Haldane : notion de compartiment. Connaissance très succincte de l'existence d'autres modèles : diffusion, bulles circulantes,...

Ensuite, il convient d'insister sur les facteurs favorisants des risques de l'ADD et, surtout, sur ceux non pris en compte par les moyens de décompression (ou de façon très partielle comme pour le froid ou les efforts ventilatoires).

Il s'agit de :

- La déshydratation.
- Le froid, la fatigue, les efforts physiques.
- Le manque d'entraînement, condition physique.
- Les plongées répétées sans repos.

- L'âge, l'obésité, les antécédents médicaux.
- La mauvaise alimentation.
- La prise de certains médicaments.
- L'abus d'alcool, l'abus de tabac, le stress.
- Les efforts ventilatoires anormaux (matériel respiratoire défectueux).

La sensibilisation des élèves à ces facteurs est primordiale car **aucun moyen de décompression n'est capable aujourd'hui de les gérer**[14].

La bonne compréhension de ces points est le premier pas du plongeur dans sa démarche pour conserver un pouvoir de décision par rapport à son outil de décompression.

En résumé, la première partie de la formation doit :

- Donner aux plongeurs les informations physiologiques nécessaires à la compréhension de l'accident de décompression.
- Sensibiliser les plongeurs à l'ensemble des paramètres ne pouvant pas être pris en compte par les outils de décompression.

[14] *Et il est peu probable que nous ayons rapidement un moyen de décompression capable de mesurer ces facteurs **automatiquement**.*
Aujourd'hui, avec certains ordinateurs, un plongeur peut « durcir » le modèle de décompression utilisé mais c'est un acte volontaire et rare sont ceux qui le font en fonction, par exemple, de leur état de fatigue.

« Montre + Plongeur »
ne signifie pas toujours
« outils de décompression » !

B. La formation aux outils de décompression

Ce chapitre présente les principaux points à aborder lors de cette formation et se clôture avec un récapitulatif indiquant les commentaires et limites par niveau de plongeur.

B.1. Le plongeur doit être actif

Comme pour le reste de la formation des plongeurs, il est bien plus important de développer chez les plongeurs un comportement que d'en faire des techniciens de la décompression.

Le premier but d'un outil de décompression est d'**aider** le plongeur à **gérer** sa décompression. Il sera donc important d'insister sur le fait qu'**un outil de décompression** :

- **Ne fait rien** : il donne des informations et c'est le plongeur qui fait des actions en fonction. Il y a donc déjà une marge d'erreur possible en cas d'incompréhension, d'inattention ou de négligence de la part du plongeur.
- **Ne dit pas tout** : il donne des informations importantes pour la décompression mais ne sait rien de l'environnement du plongeur (courant, visibilité…) ou de sa palanquée (consommation des plongeurs, autre décompression…) qui pourrait venir perturber la décompression sur laquelle il travaille.

Le plongeur doit donc être actif dans sa décompression car il en est l'acteur principal (il en est même l'enjeu…). L'utilisation de son moyen de décompression ne sera pleinement efficace que parce que le plongeur s'appuie sur des connaissances autant théoriques que pratiques (équilibre pour la gestion de la vitesse de remontée, par exemple).

B.2. Le fonctionnement général et les limites d'utilisation

Tous les moyens de décompression déterminent, au minimum :

- La vitesse de remontée
- La profondeur et la durée des paliers.

Ils s'appuient pour cela sur les données de la plongée (couples temps et profondeur) qui forment son profil.

Pour les tables, ces données sont fournies par le plongeur suivant des règles précises et connues (pour les MN90 : profondeur maximum et durée de la plongée). Pour les ordinateurs, ces données sont mesurées directement par l'appareil mais les règles utilisées (intervalle de lecture, nombre de données prises en comptes…) sont moins facilement connues du plongeur. Dans tous les cas, ces règles définissent une **approximation du profil réel de la plongée** qui, combinée avec d'autres paramètres du modèle de décompression, détermine la **marge de sécurité** du moyen de décompression.

C'est le fait de ne pas connaître (ou de croire les connaître…) les règles utilisées par son moyen de décompression qui doit rendre le plongeur prudent. En effet, les règles impliquent toujours des **limites d'utilisation** et sait-il comment la marge de sécurité est-elle entamée s'il dépasse les limites d'utilisation ?

Limitations techniques.

Ce sont les limitations dues à la technologie comme la profondeur ou le temps maximum d'une plongée gérée.

Ce ne sont pas une véritable gêne pour la plongée loisir à l'air ou au Nitrox. En France, la limite à 60 m et la capacité de blocs de 15 litres gonflés à 230 bars sont bien inférieures à celles des ordinateurs. La question se posera par contre avec l'utilisation d'un recycleur qui permet des plongées de plusieurs heures.

Elles n'ont donc pas à être vues dans cette formation.

Limitations du modèle de décompression.

Ces limites sont nettement plus ennuyeuses. Elles sont généralement :

- Le non respect des données fournies pour la vitesse de remontée et les paliers.
- La réalisation de profils de plongée qui ne sont pas pris en compte par le modèle utilisé.
- Le nombre de plongées par 24 heures.

Sur ces limites, les manuels des ordinateurs sont généralement assez elliptiques. Dans son mémoire d'instructeur régional[15], Sophie Le Maout montre bien comment les fabricants dans leurs modes d'emploi esquivent ce problème. Ils utilisent beaucoup de termes « *alarmants* » et des recommandations non définies comme « *un niveau technique suffisant* » ou des profils « *à éviter* ». Pour autant, ils ne donnent que très rarement des procédures claires à suivre. Le manuel du Galiléo d'Uwatec parle même de « *procédure adéquates de remontées* » mais sans préciser lesquelles. Sur ce point, le mode d'emploi des tables MN90 est particulièrement mieux achalandé.

Le problème de ces manques est accentué par le fait que l'ordinateur continue à fonctionner apparemment normalement après que le plongeur n'ait pas respecté une de ces limites (un profil de plongées yoyo, par exemple). C'est bien sur aussi le cas pour les tables qui fonctionnent quelle que soit la météo mais avec l'ordinateur, le plongeur à la sensation que le problème est géré. Il pense même sincèrement qu'il y aura une majoration de ses paliers (dans quelle mesure ?) et, voire même, l'allumage automatique d'un cierge à saint Elme[16].

Limitations du fabricant.

Non contents de rester opaques sur la gestion des limitations de leur modèle, certains fabricants rajoutent des limites sur la pratique de la plongée.

Dans le manuel d'un ordinateur, il est dit que « *la plongée loisir doit se limiter à la profondeur de 40 m. Bien que cet ordinateur continue de fournir des informations pour des plongées à l'air au-delà de 40 m, le risque de narcose à l'azote et d'accident de décompression augmente considérablement; par conséquent, ces informations ne doivent être considérées que comme approximatives* ». Sur la même page, il est également dit « *Evitez les plongées avec palier de décompression et ne descendez pas au-delà de 40 mètres sauf si vous avez reçu une formation spécifique à la plongée tech* ».

---

[15] *« Réflexions et propositions sur l'utilisation de l'ordinateur de plongée dans le cursus fédéral » Juillet 2008*

[16] *Saint des marins (il semblerait que les plongeurs n'aient pas de saint attitré)*

Ce fabricant étant mondial, il veut rester en adéquation avec la formation de certains organismes. Et tant pis si la formation de la FFESSM peut apparaître incohérente. Cela peut jeter le trouble dans l'esprit de l'élève pour qui, un mode d'emploi diffusé mondialement peut être plus crédible que les paroles d'un moniteur.

Le moniteur devra donc apporter une aide à ses élèves pour déchiffrer ces « limites ».

La lecture du mode d'emploi

L'explication des limites d'utilisation des outils de décompression mais également la lecture du mode d'emploi et la réalisation « d'exercices » paraissent donc nécessaires pour apprendre à utiliser correctement un moyen de décompression dans ses limites.

Un des objectifs de cette formation doit être le refus pour le plongeur de voir sur un bateau un prêt d'ordinateur agrémenté d'un simple « t'appuies là et tu lis là ».

B.3. La panne du moyen de décompression

Tous les outils de décompression peuvent tomber en panne (dans le cas des tables, il peut s'agir de la panne du profondimètre électronique ou de la montre) ou se perdre.

Nous avons l'impression qu'aujourd'hui ce type de panne est extrêmement rare (quant à perdre ses tables en plongée…). Cependant, l'organisme DAN a quand même montré dans son rapport en 2008[17] que sur 480 incidents matériels recensés, l'ordinateur arrive en première position des causes (avant le masque et les palmes). Un plongeur a 8 fois plus de chances d'avoir un problème d'ordinateur (157) que de détendeur (19). Ce n'est donc pas totalement négligeable.

Il serait donc très utile d'établir **une procédure pour remédier à cette situation délicate**, l'idéal étant une procédure universelle quel que soit l'outil utilisé.

Dans son module de formation aux ordinateurs, PADI propose une solution radicale : pour pallier à la panne de son ordinateur, il suffit… d'en avoir un 2ème ! C'est un peu coûteux mais cela garantit en effet le résultat.

Attention toutefois au cas où l'ordinateur fait aussi la gestion de l'air du plongeur et qu'il n'a pas de manomètre en double. Mettre une 2ème sonde pour un 2ème ordinateur va devenir vraiment coûteux…

Il est souvent préconisé d'utiliser les tables en secours. Si c'est une solution simple, elle a quand même quelques failles :

- Elle nécessite de disposer d'un profondimètre électronique (resp. d'un profondimètre avec aiguille trainante et d'une montre) et de s'assurer de son bon fonctionnement (resp. leur bonne initialisation) en début de plongée.

  Ses appareils souvent relégués au fond d'une poche de la stab ne sont pas très souvent contrôlés.

[17] *http://dan.org/medical/report/2008DANDivingReport.pdf*

- Le plongeur ne calculera sûrement pas la majoration de chacune de ses plongées successives pour prévenir la panne de son ordinateur.

  Que va-t-il prendre alors comme majoration lorsque le cas se présentera ?

- Et comment faire quand la première plongée de la journée n'a pas respecté une des règles d'utilisation des tables, en particulier la vitesse de remontée (toujours plus lente avec les ordinateurs) ?

  Quel crédit pourra être alors apporté aux paliers trouvés avec les tables ?

Une bonne solution est aussi d'éviter les pannes. Leur **prévention** se fait essentiellement au travers de :

- L'entretien : rinçage et séchage.
- La surveillance de la pile.
- Le rangement : protection contre les chocs.

La formation des plongeurs doit les inciter à **ne pas négliger le problème de la panne** de leur outil de décompression et à **les prévenir** au travers de l'entretien.

B.4. Un outil de décompression est personnel

Il est très courant aujourd'hui d'entendre qu'un « ordinateur est personnel » ce qui est tout à fait vrai.

Mais cela va en fait plus loin : c'est l'outil de décompression du plongeur qui est personnel. A partir du moment où, dans une période restreinte donnée, un plongeur fait des plongées dans des palanquées différentes, il « amène » avec lui ses paramètres de décompression et le moyen de les gérer. Que ce soit avec des tables, un ordinateur et, peut-être un jour, une puce bionique habilement placée sous l'oreille droite.

Cette notion ne se ressentait pas quand tout le monde utilisaient les tables MN90 mais existait bien : dans les exercices de calculs de tables, il n'est pas rare de voir des plongeurs ayant fait des plongées différentes le matin se retrouver pour une successive l'après-midi, chacun avec sa propre majoration.

Cette pratique peu répandue lors des « sorties Club » (où les planquées sont généralement inchangées sur une journée) est très courante lorsque les plongeurs vont « en individuel » dans un club de bord de mer.

La formation doit donc insister sur ce point pour que les plongeurs connaissent les conditions de prêt (ou d'emprunt) d'un ordinateur (le prêt de tables est rarissime).

B.5. Les palanquées « multi-outils »

Comme pour la notion « personnel », celle de palanquée avec plusieurs outils de décompression n'existait pas quand tous les plongeurs d'une palanquée étaient aux tables MN90.

Il est maintenant bien rentré dans les habitudes des plongeurs que la palanquée suit le moyen de décompression qui impose la vitesse de remontée la plus lente et le plus de paliers.[18]

Il faut toutefois bien préciser qu'au cours de la décompression, le moyen de décompression « directeur » peut changer. Le plongeur doit donc toujours **surveiller son moyen de décompression** et ceux de sa palanquée.

B.6. Gérer la plongée

Pour Patrice Bourdelet [19] « *avec l'ordinateur une plongée ne se calcule plus, elle se gère et c'est là toute la différence* »[20].

La notion de gestion implique une **participation active du plongeur**. Et pourtant, nous avons l'impression que les plongeurs utilisent leur ordinateur passivement : il pense pour eux !

B.6.1. Utiliser le mode « planification »

Avec les tables, le plongeur apprend à calculer une majoration en fonction de la plongée qu'il va faire. Il envisage la durée, la profondeur…

Aujourd'hui, quel plongeur utilise le mode planification de son ordinateur ?

Il faut reconnaître que le faible nombre de boutons d'un ordinateur rend souvent l'utilisation de ce mode assez délicate. Mais ce mode sera d'autant plus rébarbatif pour le plongeur qu'il ne le met en pratique que tous les 6 mois ou que personne ne lui a expliqué.

Aujourd'hui, la mode des ordinateurs au format d'une montre est un peu passée et les fabricants reviennent à des formats plus grands et une ergonomie qui rend plus accessible **le mode « planification »**. Il faut donc inciter les plongeurs à l'utiliser.

B.6.2. Savoir ce que peut dire son ordinateur

Cela peut paraître idiot de le préciser mais il est indispensable qu'un plongeur connaisse ce que son ordinateur peut être amené à lui dire.

Il faut que le plongeur aille au-delà de la simple lecture de son ordinateur au cours de la plongée et qu'il sache expliquer aux membres de sa palanquée, avant la plongée, ses éventuelles **contraintes** ou **particularités**.

Cela peut être la profondeur des paliers, la réalisation de paliers profonds, des paliers plus longs dus à un paramétrage particulier…

---

[18] *Cette formulation a l'avantage d'être claire et explicite mais est très longue. Il n'est pas facile de trouver un terme bien adapté. Il est courant d'entendre parler du moyen le plus…*
« pénalisant » ou « contraignant » : anti-pédagogique car laisse à penser que la sécurité est une gêne pour le plaisir du plongeur.
« sécurisant » : pas mieux car laisse supposer qu'à un moment donné un moyen de décompression est plus sûr qu'un autre (ce qui n'est pas très rassurant pour le plongeur qui a l'autre…).
« conservateur » : neutre mais pas du tout explicite.

[19] *Auteur de « L'ordinateur de plongée » aux éditions Turtle Prod - Plongée*

[20] *Voir à ce sujet la note 8 sur l'origine du mot « ordinateur » en début de ce mémoire.*

Ce sont des choses qui seront difficiles (ou impossibles) à expliquer sous l'eau et qui peuvent mettre en cause **la cohérence de la palanquée**.

B.6.3. Les paliers facultatifs

Beaucoup d'ordinateurs proposent aujourd'hui des paliers facultatifs (profonds ou non, généralement appelés « de sécurité »). Les faire ou non reste du choix du plongeur.

Mais, en termes de gestion de la plongée, il est aberrant de voir un plongeur annoncer qu'il veut faire ce palier de sécurité une fois qu'il est à 3 m alors que durant toute la plongée et la remontée, il a dit qu'il n'avait pas de palier à faire.

Là encore, il est préférable que le plongeur sache annoncer à l'avance (sur le bateau) à sa palanquée **ses choix de décompression**.

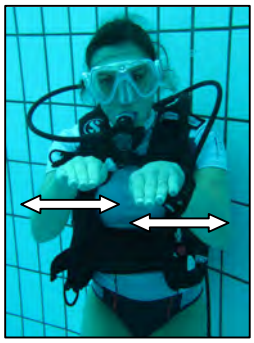
Il faut également insister sur le caractère facultatif de ces paliers. Cela signifie qu'ils peuvent ne pas être faits si les conditions de la plongée l'imposent (par exemple : courant et le mouillage n'a pas été retrouvé, consigne particulière du DP …).

Et que se passe-t-il si le plongeur ne fait pas son palier facultatif ? Les paliers de la plongée suivante sont-ils rallongés ? A quelles conditions ? Il serait bien que les manuels soient plus explicites sur ce sujet pour que les plongeurs puissent mieux envisager ce cas.

B.7. La communication

Quand 99 % des plongeurs loisirs utilisaient les tables MN90, la communication des informations (profondeurs et durées des paliers) données par le moyen de décompression était assez simple. Tout le monde suivait le même modèle et, à la majoration près, les paliers étaient bien souvent identiques pour tous les plongeurs d'une palanquée.

Aujourd'hui, avec quelques fois autant d'ordinateurs différents que de plongeurs, la décompression d'une palanquée est plus complexe à suivre. Les plongeurs doivent être clairs pour annoncer la profondeur de leur prochain palier et sa durée.



Et pourtant, **aucun signe n'est « normalisé »**. Les plus couramment utilisés sont :

- La main passant horizontalement à plat indique le palier et les doigts sont ensuite utilisés pour donner la profondeur en mètres (ce signe est fréquemment utilisé par les moniteurs pour demander la stabilisation de leur élève à une profondeur donnée).

- L'index tendu décrivant un cercle devant l'écran de l'ordinateur (comme les aiguilles d'une montre) indique la durée et les doigts sont ensuite utilisés pour le nombre de minutes.
- Le fait de montrer l'écran de l'ordinateur et de faire ensuite un signe OK signifie généralement qu'il n'y a pas de palier à faire.

Si ces gestes (ou d'autres) se font sans grande difficulté au palier (il faut quand même bien les coordonner en restant équilibré), ils sont quelques fois plus délicat à réaliser quand il faut les faire à 30 ou 40 m pour indiquer les paliers annoncés.

Et comment fait-on pour dire « J'ai des paliers mais je ne sais pas combien car il ne me donne pour le moment que le temps total de remontée » (Vyper de Suntoo) ? Et quand un palier « profond » apparaît au cours de la remontée (Némo de Marès) ?

B.8. Savoir apprendre

Normalement, il est conseillé à un plongeur de se tenir informé des évolutions de son sport favori. Que ce soit pour les techniques, la réglementation ou les équipements, il est important qu'un plongeur sache être curieux et se mettre « à la page ».

Ce principe est mis en exergue par les ordinateurs. En France (et via Internet), c'est plus de 20 ordinateurs différents qui sont proposés à l'achat. Sur un bateau, il n'est pas rare d'en voir au moins 5 modèles. Et comme pour le marché de l'informatique ou des téléphones portables, les fabricants rivalisent d'imagination pour faire des nouveaux modèles toujours plus nécessaires ou performants et renouveler ainsi le parc.

L'ordinateur étant un élément indispensable dans la sécurité du plongeur, il est donc nécessaire que ce dernier comprenne que ce n'est pas une « boite noire » à suivre aveuglément mais qu'il faut ***apprendre* à s'en servir**. Et cela, autant pour ceux achetés aujourd'hui que ceux qui viendront dans 5 ou 10 ans.

Pour cela, il faut développer chez le plongeur la compétence « savoir-apprendre » qui est souvent négligée surtout pour ceux qui ne sont là que pour « consommer ». Cela implique **une démarche volontariste** du plongeur par rapport à son moyen de décompression. Il ne doit pas en être qu'un consommateur.

Une bonne (et simple) façon de faire est de disposer de plusieurs outils de décompression et à les faire tourner entre les élèves. Demander à un élève de prêter son moyen de décompression à un autre en lui expliquant son utilisation est également un excellent exercice (et cela permet également de réviser les conditions de prêt d'un moyen de décompression…).

Tester permet de mieux choisir

B.9. Le choix

Fournir aux élèves les informations nécessaires pour qu'ils puissent choisir leur outil de décompression est un point important de la formation.

B.9.1. Les outils de décompression

Un outil de décompression doit permettre de gérer en toute sécurité la décompression du plongeur. Sur ce point, tous les outils du marché sont corrects.

Commencer à épiloguer avec les élèves sur les avantages en termes de sécurité de tel ou tel outil ne ferait que jeter le trouble dans leur esprit. Ce sont des discussions à garder pour les plongeurs expérimentés qui ont des notions sur les modèles de décompression.

Sachant qu'un moyen de décompression doit fournir au plongeur **de façon simple** les paliers à effectuer, ses caractéristiques principales doivent donc être :

- Etre **disponible** et accessible facilement à tout instant de la plongée.
- Etre d'un emploi **simple** qui ne nécessite pas de connaissances compliquées.
- Etre d'un emploi **rapide** pour fournir les informations de paliers (un maximum de 10 secondes semble raisonnable).
- Etre **fiable**, la panne ou la perte inopinée durant la plongée devant être proche de l'impossible.

B.9.2. Les tables

En France, ce sont les MN90 qui sont le plus fréquemment utilisées pour la plongée loisir.

Mais rien n'empêche d'en choisir d'autre à partir du moment que leur utilisation est maîtrisée. Par exemple, un plongeur qui a suivi une formation PADI peut être à même d'utiliser les tables TPL[21].

Il peut être conseillé de ne pas choisir des tables qui, pour ne pas prendre trop de place, sont réduites à une plaquette ou deux. Le plongeur se retrouve alors souvent à utiliser des temps ou des profondeurs très supérieures à la réalité et à faire des paliers qui ne le rendent pas populaire dans les palanquées…

Tables sur un bracelet de montre…

B.9.3. Les ordinateurs

Pour les ordinateurs, les critères à évoquer avec les élèves sont (dans un ordre *à priori* de plus important vers les moins) :

- Le budget.
- L'ergonomie :
  - L'affichage.
  - En console ou au poignet (ou dans le masque…).
  - Ecran large ou montre, couleurs ou noir et blanc.
  - Lecture du journal et sa capacité.
  - Utilisation du mode planification.

- Principe de gestion des paliers :
  - Affichage de la profondeur et de la durée ou simple indication d'un stop.
  - Palier de sécurité systématique et obligatoire ou non.
  - Palier profond.
- Paramètres gérés : température, consommation, rythme cardiaque…
- Air, Nitrox, multi-gaz.
- Changement de la pile avec ou sans retour au magasin pour réétalonnage et vérification de l'étanchéité.
- Connexion PC : constitution d'un carnet de plongée, visualisation des plongées ou téléchargement d'information dans l'ordinateur.

---

[21] *Tables de Plongée Loisir ou Recreational Dive Planner Table en anglais*

- Autres instruments intégrés : boussole, GPS (quand ?).
- Utilisation en mode profondimètre ou adaptation à l'apnée.
- Les mises à jour logicielles.

L'encombrement peu aussi être un critère de choix…

B.10. Autres points de la formation

Les autres points de la formation sont :

- L'entretien du matériel pour lequel il n'y a grand-chose à dire hormis le rinçage et le remplacement (si possible) des piles.
- L'historique des moyens de décompression qui est surtout un sujet de culture générale.
- Les modèles de décompression tels qu'ils sont définis dans le MFT.

B.11. Récapitulatif par niveaux

Ce tableau reprend les points de la formation vus ci-dessus en donnant le niveau recherché pour formation de plongeur.

Non vu (XXX) :	Le point n'est pas abordé à ce niveau.
Culture générale (CultG) :	Le point peut être abordé en fonction des demandes de l'élève. Ce n'est que de l'information et il n'est pas exigible à l'examen.
Information (Info) :	Le point est vu pour que le plongeur y soit sensibilisé. Une compréhension totale n'est pas exigée.
Apprentissage (App) :	Le point est vu en fonction des besoins du niveau. Les principes de base doivent être compris.
Maîtrise (Maitr) :	Le point est vu et doit être maîtrisé dans les situations correspondant au niveau de plongée.
Expertise (Expert) :	Le point est vu et totalement maîtrisé pour éventuellement être transmis à un plongeur.

Thème	**Niveau 1**	**PA20**	**PE40**	**Niveau 2**	**PA40 Niveau 3**	**Niveau 4 Niveau 5**
Le plongeur doit être actif	Info	App	Info	App	Maîtr	Expert
La décompression	Info	App	App	App	Maîtr	Expert
Le fonctionnement général et les limites d'utilisation	App	Maîtr	App	Maîtr	Maîtr	Expert
La panne du moyen de décompression	Info	Maîtr	Info	Maîtr	Maîtr	Expert
Un moyen de décompression est personnel	Info	Maîtr	Info	Maîtr	Maîtr	Expert
Les palanquées « multi moyens »	XXX	App	App	App	Maîtr	Expert
Gérer la plongée	XXX	App	XXX	App	Maîtr	Expert
La communication	Info	App	Info	App	Maîtr	Expert
Les facteurs de risques non pris en compte par les outils de décompression	Info	App	Info	App	Maîtr	Expert
Savoir apprendre	App	Maîtr	App	Maîtr	Maîtr	Expert
Le choix	Info	App	Info	App	Maîtr	Expert
L'entretien du matériel	App	Maîtr	App	Maîtr	Maîtr	Expert
L'historique des moyens de décompression	XXX	CultG	XXX	CultG	CultG	Info
Les modèles de décompression	XXX	XXX	XXX	XXX	CultG	Maîtr

C. L'utilisation des outils de décompression

Après avoir vu le mécanisme de la décompression et, dans leur globalité, les outils de décompression, la dernière partie de la formation est l'apprentissage d'un ou plusieurs outils.

Après un rappel sur les différentes séances possibles pour un tel apprentissage, ce chapitre présente celui des tables et une méthode pour celui des ordinateurs.

C.1. Les différents types de séances

Comme beaucoup d''apprentissage, celui d'un outil de décompression comporte deux types de séance :

« **En salle** » :

Dans une salle, sur le quai ou le pont du bateau, ce type de séance se fait essentiellement « au sec », le moniteur pouvant utiliser des outils pédagogiques papiers ou électroniques (voir § C.3.2 ci-dessous).

J'ai préféré le terme de *en salle* à celui de *théorique* afin de montrer que ces séances n'étaient pas forcément magistrales et pouvaient comporter des parties pratiques.

« **En plongée** » :

Par opposition aux séances en salle, celles-ci se déroulent lors de plongées.

Bien évidemment, ces séances comprennent des parties au sec : explications avant et débriefing ensuite.

La proportion entre les séances en salle et celles en plongée sera du ressort du moniteur en fonction du nombre de ses élèves et de leurs niveaux. Cependant, comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, si les séances en salle sont pratiquement obligatoires, il est indispensable de **privilégier les séances en plongée**.

C.2. Les tables

L'enseignement des tables MN90 est obligatoire pour l'obtention des niveaux ou les qualifications de la FFESSM. Mais, pour la pratique, le choix du moyen de décompression est laissé aux plongeurs et aux moniteurs : tables MN90, autres tables ou ordinateurs.

Pour autant (et Kant[22] l'a déjà dit depuis longtemps), il serait absurde de ne faire des tables MN90 qu'un enseignement « théorique » :

- A quoi servirait aux plongeurs d'avoir vu le mode d'emploi des tables ?
- Les exercices réalisés « au calme » dans une salle ne garantissent pas que les plongeurs sachent utiliser les tables dans l'environnement d'un bateau ou les conditions d'une plongée.
- Les plongeurs ne pourraient pas utiliser les tables comme solution de secours en cas de panne de l'ordinateur.

[22] « *La pratique sans théorie est aveugle, la théorie sans pratique est stupide* »

Il est donc important de « valider » cet enseignement théorique en salle par **une mise en pratique en milieu naturel**[23].

Hormis pour le niveau 1, il est vraisemblable que l'apprentissage des tables débutera par des séances en salle. Les informations données dépendront des niveaux enseignés (cf. le MFT).

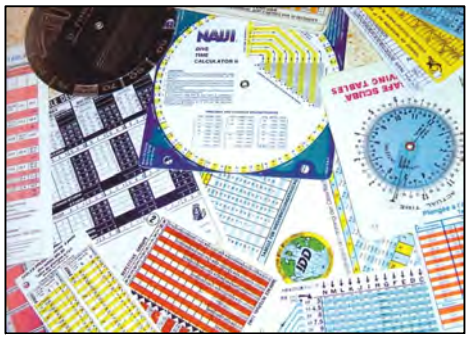
N 1 - PE 40	**PA 20 - N 2** **PA 40 - N 3**	**N4**
Les paramètres de lecture des plongées simples	Utiliser la table MN90 pour les conditions correspondantes à la pratique : plongées simples, consécutives, successives, procédures de remontées anormales (rapides, lentes).	Tous les cas d'utilisation et toutes les possibilités de lecture : plongées simples, successives, consécutives, remontées anormales (lentes, rapides, paliers interrompus). Utilisation de l'O2 aux paliers et en surface. Altitude. Utilisation théorique en cas de plongée au Nitrox.

Pour les séances en plongée, la difficulté des tables étant la détermination et l'utilisation de la majoration, **4 plongées** en milieu naturel incluant **2 successives** semblent être le minimum pour valider les acquis des séances faites en salle.

Le moniteur pourra éventuellement « provoquer » la procédure applicable lorsque, en plongée successive, la profondeur planifiée n'est pas atteinte ou dépassée.

Un autre intérêt de ces plongées sera, si elles se font avec au moins un ordinateur dans la palanquée, de montrer en pratique les différences apportées par l'utilisation des tables et des ordinateurs (en particulier la durée des paliers).

Le moniteur pourra choisir pour cela des plongées donnant des paliers différents (par exemple : remontée lente le long d'un tombant).



Différents types de tables…

C.3. Les ordinateurs

C.3.1. Le principe

Si tous les plongeurs avaient le même ordinateur, l'enseignement en serait grandement simplifié (un peu comme avec les tables MN90 pour tous). Malheureusement, même s'il y a des modèles « dominants », il n'est pas impossible d'avoir 3 ou 4 ordinateurs différents dans un groupe d'élèves.

[23] *Nous parlons là de tous les niveaux et qualifications en dehors du niveau 4 pour qui, espérons-le, les candidats ont déjà pratiqué en réel les tables.*

Quel ordinateur faut-il alors prendre ? Celui du moniteur ? Celui d'un des élèves ?

Cette question est quasiment insoluble et nécessite d'admettre que l'apprentissage d'un ordinateur ne peut pas se faire en cours magistral. Les élèves doivent avoir une **participation active** importante en particulier sur la lecture de leur manuel.

L'apprentissage se fait alors en trois étapes :

1- Après la formation globale sur les outils de décompression, les élèves sont invités à lire **le manuel d'utilisation** de leur ordinateur[24].

2- Lors d'un cours en salle, le moniteur explique **les fonctions et les informations minimum et communes** des ordinateurs (voir § C.3.3 ci-dessous).

3- En salle et/ou en pratique, le moniteur voit avec chacun des élèves **sa compréhension de son appareil**.

L'approche « cours individuel » de la 3ème étape peut paraître difficile à mettre en place en fonction du ratio moniteurs / élèves de la formation.

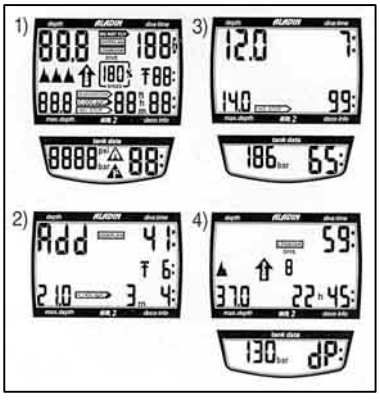
Mais, pour l'enseignement des techniques de plongées, l'approche est la même : les élèves bien qu'en palanquée réalisent les gestes les uns après les autres et les commentaires du moniteur sont individualisés. L'avantage est que, le travail étant fait en commun, chaque élève profite des erreurs ou réussites des autres.

Cela peut être pareil avec les ordinateurs : si dans un premier temps, l'élève va s'embrouiller les idées en voyant immédiatement tous les ordinateurs de sa palanquée, l'écoute des remarques faites aux autres élèves initiera **l'ouverture d'esprit** qu'il doit avoir à tous les outils de décompression disponibles ou à venir.

C.3.2. Les outils pédagogiques disponibles

Les outils pédagogiques à disposition du moniteur ne sont pas très nombreux.

Pour les séances en salle :



Le moniteur peut utiliser les schémas ou photos d'écrans disponibles dans les manuels des ordinateurs. Il peut également en trouver sur Internet (sites des fabricants, des organismes de formations ou de moniteurs).

Il est aussi possible d'utiliser les logiciels fournis avec les ordinateurs qui permettent de visualiser les courbes des plongées. En effet, ceux-ci présentent souvent les données affichées sur l'écran de l'ordinateur lorsque le curseur parcourt la courbe de la plongée ce qui est très pédagogique. Malheureusement, les fabricants ont rarement la bonne idée de fournir des exemples de plongées qui pourraient être lues sur leur logiciel *avant* d'utiliser l'ordinateur.

PADI propose un logiciel de simulation utilisation sur PC ou Mac. Il est plutôt bien fait et pédagogique mais… réservé aux plongeurs ayant suivi une formation PADI (voir page suivante).

---

[24] *Il est maintenant tout à fait envisageable que les Clubs disposent d'ordinateurs à prêter aux élèves qui n'en auraient pas.*

Déplacer le plongeur pour dessiner la courbe de sa plongée…

… et l'affichage de l'ordinateur se met à jour en même temps.

Pour les séances en plongée :

Sur le bateau, l'élève a rarement son manuel d'utilisation avec lui (il ne résisterait pas longtemps dans un sac de plongée ou sur un semi-rigide).

Certains fabricants fournissent des planches plastifiées des différents types d'écran rencontrés avec le mode « plongée » de leurs appareils. C'est un « bon début » mais, pédagogiquement, très limité.

Disposer d'un mode « formation » :

Une caractéristique commune à tous les ordinateurs actuels est l'impossibilité à les utiliser en mode « plongée » à la surface. Cela semble plutôt normal pour une utilisation courante mais c'est particulièrement réducteur pour la formation. Comment montrer à un élève ce que va lui afficher son ordinateur quand il sera sous l'eau ?

Il serait donc très judicieux que les fabricants développent un mode « formation » qui permettrait de montrer facilement sur le bateau à l'élève ce que son ordinateur va lui afficher durant la plongée.

C.3.3. Informations minimum à connaître par l'élève

Le tableau ci-dessous donne les informations minimales à connaître par niveau ou qualification de plongeur.

	N1 - PE40	**PA 20 - N 2 et +**
L'affichage		
Profondeur courante Profondeur maximale	Oui	Oui
Durée de la plongée Durée restante sans palier	Oui	Oui
Paliers Temps restant des paliers	-	Oui
Vitesse de remontée (pourcentage ou bar-graph)	Oui	Oui
Utilisation		
Lecture du log	Oui	Oui
Outil de planification.	-	Oui
Les paliers		
S''il y a des paliers de sécurité et s'ils sont facultatifs ou non	-	Oui
Distinction entre durée des paliers et durée totale de remontée.	-	Oui
Palier profond	-	Oui
Alarmes		
Vitesse de remontée	Oui	Oui

C.3.4. Utilisation du mode « planification »

Sur certains ordinateurs, l'utilisation du mode « planification » relève du casse-tête.

Pourtant, la procédure est généralement analogue à celle des tables (d'un point de vue des informations à fournir et leur ordre) :

1- Déterminer l'intervalle entre les 2 plongées.

2- Indiquer la profondeur souhaitée.

3- Faire défiler les durées et lire les paliers obtenus.

Si cette procédure est bien comprise du plongeur, il lui sera plus facile de se repérer dans les arcanes de son mode d'emploi. Ensuite, sur 2 ou 3 plongées, l'assistance du moniteur lui permettra de prendre ses marques et, espérons-le, de bonnes habitudes.

Conclusion

Les axes proposés et présentés dans ce mémoire ne sont sûrement pas exhaustifs et restent tributaires de l'évolution des moyens de décompression et des commentaires que ne manqueront pas d'apporter les moniteurs.

Cette approche essaye d'être complète mais sa mise en pratique doit encore se « frotter » aux réalités du terrain. Plus de moniteurs l'utiliseront et plus elle sera adaptée aux conditions de réalisation.

Son adaptation (et en particulier la prise en compte des outils de décompression dans leur généralité) devra être faite lors de l'apparition de nouvelles générations d'outils. Nous pouvons imaginer :

- Une gestion « centralisée » de la palanquée sur l'ordinateur du Guide ou du Directeur de Plongée.
- Un algorithme de décompression basé sur des statistiques permettant de se positionner dans un « panel de plongeur » en fonction de l'âge, le sexe, l'activité...
- L'adaptation automatique de l'algorithme aux plongées effectuées.
- Un ordinateur dématérialisé (sans clavier ni écran avec lecture des gestes des mains et projection sur tout type de support).

Quoique nous réserve le futur, que ce soit pour gérer la décompression ou pour tout autre secteur de la plongée, il est indispensable que le plongeur sache remettre régulièrement à jour ses connaissances, se poser les bonnes questions et faire évoluer sa façon de plonger.

Et pour cela, le moniteur (qui est aussi, normalement, plongeur) se doit d'intégrer ces évolutions dans son enseignement. Mais pas seulement comme des items « en plus ». Ils pourront nécessiter de refondre tout ou partie de son enseignement.

Annexes - Les cursus actuels

A. La FFESSM

Voici ce qui est demandé par la FFESSM (MFT version de janvier 2011) pour l'enseignement des ordinateurs et des outils de décompression.

Niveau 1 :

C1a : Matériel

Notion de manomètre immergeable et d'ordinateur (en fonction du matériel utilisé). Le plongeur niveau 1 doit être capable de planifier et surveiller son stock d'air.

C6 : Autonomie

Gestion des paramètres d'une plongée.

C7 : Connaissances théoriques

Présentation de la table et de l'ordinateur de plongée. Connaître les paramètres de lecture d'une table, ainsi que ceux d'un ordinateur.

Qualification PA20 :

C1 : Planifier et organiser la plongée

Prend en compte les outils de décompression en présence ainsi que les procédures de décompression éventuellement nécessaires et décide du protocole de décompression avec ses équipiers.

C5 : Connaissances en appui des compétences

Outils et procédures de décompression, autonomie et planification d'une plongée. Cite les principales caractéristiques des différents outils (tables, ordinateurs), les principes d'utilisation et de mise en œuvre en pratique.

Niveau 2 :

C2 : Immersion et retour en surface

Respect de la vitesse de remontée préconisée par le mode de décompression choisi.

C7 : Connaissances théoriques

Utilisation des tables fédérales actualisées pour les conditions correspondantes à la pratique : plongées simples, consécutives, successives, procédures de remontées anormales, rapides, lentes.

Ordinateurs de plongée. Il s'agit de préciser les conditions d'emploi et les limites d'utilisation.

Qualification PE40 :

Rien. Se repose sur le Niveau 1 ou la Qualification PA20.

Qualification PA40 :

C1 : Planifier et organiser la plongée

Définit avec ses équipiers le protocole de décompression de la palanquée retenu en fonction des outils en présence. Le plongeur PA40 doit connaître la nature

des informations à donner et à recueillir pour planifier la plongée selon les différents types d'outils de décompression des membres de la palanquée…

C5 : Connaissances en appui des compétences

Outils et procédures de décompression, autonomie et planification d'une plongée. Cite les principales caractéristiques des différents outils (tables, ordinateurs), les principes d'utilisation et de mise en œuvre en pratique.

Niveau 3 :

C1 : Matériel

L'ordinateur de plongée du point de vue de l'utilisation. Souci d'organiser la décompression selon les diverses tables et ordinateurs simultanément présents au sein de la palanquée.

C7 : Connaissances théoriques

Utilisation des tables fédérales.

Ordinateurs de plongée. Il s'agit de préciser les conditions d'emploi et les limites d'utilisation.

Niveau 4 (où l'ordinateur est qualifié du joli mot désuet de « *calculateur* ») :

C5 : Comportement général du guide de palanquée

Gestion d'une palanquée dont les plongeurs utilisent des procédures de décompression différentes.

C8 : Connaissances théoriques

Tous les cas d'utilisation des tables et toutes les possibilités de lecture : plongées simples, successives, consécutives, remontées "anormales" (lentes, rapides, paliers interrompus). Utilisation de l'O2 aux paliers et en surface. Altitude. Utilisation théorique en cas de plongée au Nitrox.

Principe de fonctionnement des ordinateurs à l'exclusion de toute notion d'électronique, principes d'utilisation, limites d'utilisation. Etablir les parallèles avec l'utilisation des tables MN90 actualisées.

Cohabitation des procédures de décompression différentes : Etude des solutions permettant de concilier le respect de la liberté du choix de chaque plongeur avec les impératifs de la plongée en collectivité…

Niveau 5 :

C1 : Choisir un site de plongée

Les outils de décompression et les historiques de plongée des plongeurs et des guides de palanquée. Analyse.

C6 : Connaissances en appui des connaissances

Outils et procédures de décompression. Acquis Guide de palanquée à compléter et/ou perfectionner.

B. La FSGT

Les Livrets de Certification (version de février 2011) fournissent les informations suivantes quant aux connaissances demandées pour la validation des niveaux et qualification de la FSGT :

Niveau 1 - PE 40 :

Module Surface

Connaissance de l'équipement personnel.

Module Théorie

Courbe de sécurité et découverte des tables (plongée unitaire).

PA 20 - Niveau 2 - PA 40 - Niveau 3 :

Module Surface

Connaissance de l'équipement personnel (matériel autonomie) et vérification de l'équipement de l'ensemble de la palanquée.

Module Théorie

Matériel utilisé par le plongeur et utilisation de son ordinateur.

Problèmes de plongée (unitaires, successives, consécutives remontées anormales et utilisation des tables).

Niveau 4 :

Module Conduite Palanquée

Utilisation correcte des différents moyens de contrôle de décompression.

C. L'ANMP

Dans les 8 modules du cursus de l'ANMP (version janvier 2011), les capacités à acquérir sont données en fonction d'objectifs très généraux pour le plongeur.

Les termes « ordinateur » ou « décompression » n'y apparaissent que très rarement (les modules du cursus de Guide de palanquée n'ont pas été regardés) :

Module 3
Adaptations aux techniques de base en autonomie à faible profondeur :

Interpréter les indications données par l'appareillage de contrôle (ordinateur, montre, manomètre, profondimètre, compas...)

Module 5
Adaptations aux techniques de plongée autonome à moyenne profondeur :

Maîtrise de sa décompression et du retour en surface à vitesse contrôlée, maintien du palier de sécurité avec parachute de palier.

Prendre en compte les équipements utilisés par ses coéquipiers.

Module 7
Adaptations aux techniques de plongée en autonomie à grande profondeur :

Maîtrise des procédures de décompression.

Maîtrise de la décompression de ses coéquipiers et vigilance sur la cohésion de la palanquée.

D.Le SNMP

Le cursus de formation du SNMP (version 2011) détails les capacités demandées à chaque niveau pour les outils de décompression :

Niveau 1 :

Module Technique

Savoir reconnaître ses paramètres de plongée, pour pouvoir les noter sur son carnet.

Module Théorique

L'élève doit avoir les connaissances en physique, physiologie, physiopathologie, visant à la prévention des accidents et la compréhension des différentes procédures de remontées.

Niveau 2 - PA 2 :

Module Technique

Savoir utiliser un ordinateur, en connaitre les avantages et les inconvénients.

Savoir utiliser une table en secours dans la pratique simple de l'activité.

Module Théorique

Connaitre son matériel, les pannes possibles, savoir en avertir le DP.

Connaître quelques critères de choix pour un achat éventuel.

Connaitre la gestion de la décompression, avec un ordinateur et des tables.

Module Autonomie

Lire ses instruments de plongée et en interpréter les données.

Niveau 3 - PE 3 - PA 3 :

Module Technique

Utiliser les tables et les ordinateurs de plongée en situation et en surface pour retrouver un paramètre manquant ou litigieux d'une procédure de remontée anormale, indiquer la conduite à tenir, la justifier.

Module Théorique

Savoir utiliser des tables de plongées à l'air pour chaque cas de procédure de remontée avec la recherche de paramètres.

Savoir utiliser l'ordinateur en fonction de la palanquée, de la mixité possible du matériel.

Module Autonomie (sauf PE 3)

Lire ses instruments de plongée et en interpréter les données.

Niveau 4 :

Module Théorique

Répondre à un examen écrit ponctuel permettant d'évaluer ses connaissances : en […] physiopathologie, les procédures de décompression, utilisation d'un ordinateur, […].